

С.З.Залуцький

МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ШНЕКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ З ЕЛАСТИЧНОЮ ГВИНТОВОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, sirius775@gmail.com

У статті представлено розроблену конструктивну схему установки та методику проведення експериментальних досліджень шнекових робочих органів з еластичною гвинтовою поверхнею, а також наведені отримані результати досліджень

Ключові слова: шнек, еластична гвинтова поверхня, установка, пошкодження зернового матеріалу

Вступ

Однією з проблем, яка виникає при транспортуванні сипких сільськогосподарських матеріалів є значний ступінь їх пошкодження, внаслідок попадання зернових частинок між внутрішньою нерухомою поверхнею направляючого кожуха та обертовою зовнішньою поверхнею гвинтового робочого органу. При цьому можливе заклинювання робочого органу, що призводить до його поломок та підвищення енерговитрат. Підбір різних режимів роботи гвинтових конвеєрів, раціональних конструктивних, кінематичних і технологічних параметрів, зміни зазорів між периферією шнека та поверхнею направляючого кожуха, застосування різних профілів зовнішніх кромок гвинтових поверхонь в залежності від геометричних та реологічних параметрів сипкого матеріалу не може в повній мірі вирішити дану проблему.

Аналіз досліджень і публікацій

З проведеного огляду літературних джерел та патентної літератури, проспектів провідних зарубіжних фірм, можливих варіантів транспортування сипких матеріалів по прямолінійних і криволінійних трасах [1-6] можна зробити висновок, що найменш ресурсозатратним є застосування гвинтових конвеєрів, які виконані на основі суцільних та секційних гвинтових робочих органів.

З літературних джерел [7-9] відомо вплив частоти обертання робочого органу гнучких гвинтових конвеєрів, коефіцієнту завантаження матеріалом гнучкого кожуха, висоти підйому та радіуса кривизни вивантажувальної магістралі на ступінь пошкодження поверхні та дроблення ним матеріалів зернових культур. Також відомі дослідження [10] з встановлення впливу конструктивних параметрів даних робочих органів на підвищення технічного рівня засобів механізованого переміщення сипких сільськогосподарських матеріалів по криволінійних трасах. Але мало досліджений вплив енергосилових параметрів роботи гнучких гвинтових конвеєрів на їх експлуатаційні та ресурсні показники та на зниження енерговитрат при транспортуванні, що і зумовило постановку наступного завдання.

В патентній літературі дедалі частіше зустрічаються конструктивні рішення, які спрямовані на більш кардинальне вирішення проблеми зниження ступеня пошкодження зернового матеріалу. Так, американська компанія «Lundell Plastics Corp» пропонує використовувати полімерні спіральні накладки на гвинтових ребрах. Італійська компанія «WAM Group» пропонує виготовлення гвинтового робочого органу, металева основа якого покрита полімерним матеріалом. Також відома конструкція шнека австралійської компанії «Bulknet», периферійна поверхня якої виготовлена у вигляді еластичної щітки.

Однак, основними недоліками таких конструкцій шнеків є зміщення еластичних накладок одна відносно одної, що призводитиме до нерівномірного переходу матеріалу від суцільної спіралі до еластичних пластин (щіток) і за рахунок відцентрових сил можуть виникати зміни швидкості та напрямку руху сипкого матеріалу, що приводитиме до його підвищеного пошкодження.

Постановка завдання

Метою даного дослідження є розробка нової конструкції установки для дослідження параметрів шнека з еластичною гвинтовою поверхнею для встановлення їх впливу на ступінь пошкодження зернового матеріалу.

Основний зміст

Для реалізації поставлених завдань розроблено установку для дослідження параметрів шнека з еластичною гвинтовою поверхнею, конструктивна схема якої, зображена на рис.1.

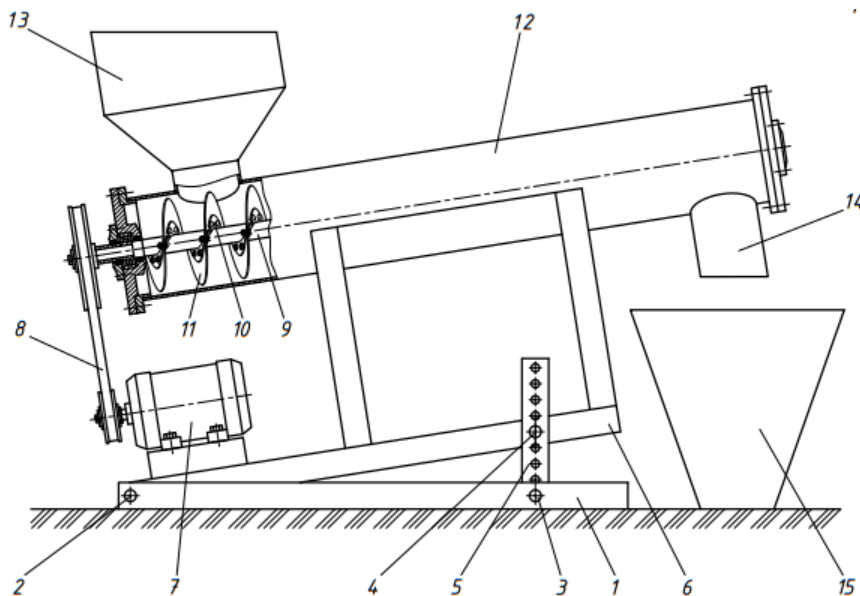


Рис.1. Конструктивна схема установки для дослідження параметрів шнека з еластичною гвинтовою поверхнею

Вона містить раму 1, на якій шляхом шарнірного з'єднання 2 з однієї сторони та шарнірних з'єднань 3 і 4 з іншої сторони, за допомогою кронштейна з отворами 5 з можливістю кутового повертання та фіксації, закріплена підрама 6. На підрамі 6 встановлений електродвигун 7 з пасовим приводом 8 шнекового робочого органу, який виконано у вигляді вала 9 із закріпленою несучою смуговою спіраллю 10, по периферії якої закріплена робоча еластична спіраль 11.

Шнековий робочий орган розташований в корпусі транспортера 12, на якому з однієї сторони (в зоні завантаження сипкого матеріалу) розташований бункер 13, а з іншої сторони (в зоні вивантаження сипкого матеріалу) встановлений вивантажувальний патрубок 14, під яким розташована місткість 15 для відбору матеріалу.

Загальний вигляд шнекового робочого органу з еластичною гвинтовою поверхнею, яка механічно кріпиться до жорсткого гвинтового ребра зображено на рис.2.



Рис.2. Загальний вигляд шнекового робочого органу з еластичною гвинтовою поверхнею

Методика проведення експериментальних досліджень полягає в наступному. Спочатку сипкий матеріал завантажують у бункер 13 і з певною частотою обертання шнекового робочого органу, його заданими конструктивними параметрами, різною жорсткістю еластичної спіралі та кута нахилу до горизонту транспортують матеріал в зону вивантаження в місткість 15 для відбору матеріалу.

За необхідності визначити ступінь травмування сипкого матеріалу в залежності від довжини його транспортування матеріал з місткості 15 повторно завантажують у бункер 13 і переміщують його в зону вивантаження. Даний процес повторюють стільки разів скільки необхідно для досягнення заданої довжини транспортування.

Перед дослідженнями попередньо шляхом відбору зернового матеріалу в мірну тару визначався його відсоток пошкодження. Далі зерно декілька разів транспортували в конвеєрі при встановленому куті його нахилу та частоті обертання. Після цього аналогічним способом визначали відсоток пошкодження матеріалу. Різниця у відсотковому вимірі показала ступінь пошкодження матеріалу безпосередньо при його транспортуванні на визначену відстань, яка визначається добутком довжини шнека на кількість проходжень матеріалу в конвеєрі.

Для встановлення впливу тих чи інших параметрів шнекового робочого органу проводять аналогічні дослідження при зміні частоти його обертання, конструктивних параметрах робочого органу, жорсткості еластичної спіралі або кута нахилу корпусу транспортера 12 до горизонту.

Дане технічне рішення дозволяє досліджувати шнекові робочі органи з еластичною гвинтовою поверхнею та встановлювати їх оптимальні конструктивно-кінематичні параметри для забезпечення мінімальних пошкоджень сипких сільськогосподарських матеріалів.

Загальний вигляд установки при горизонтальному розташуванні корпусу транспортера представлено на рис.2.

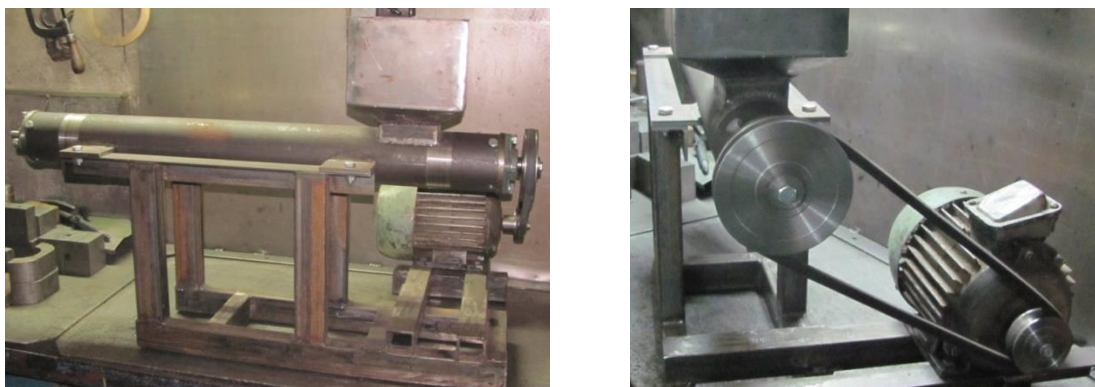


Рис.3. Загальний вигляд установки при горизонтальному розташуванні корпусу транспортера

Результати порівняльних експериментальних досліджень при транспортуванні зернового матеріалу жорстким шнеком (суцільна лінія) та шнеком з еластичною поверхнею (штрихова лінія) при різних зазорах між шнеком і направляючою трубою ($\delta = 2; 6$ мм), кутах нахилу шнека β та частотою його обертання n представлено на рис.4.

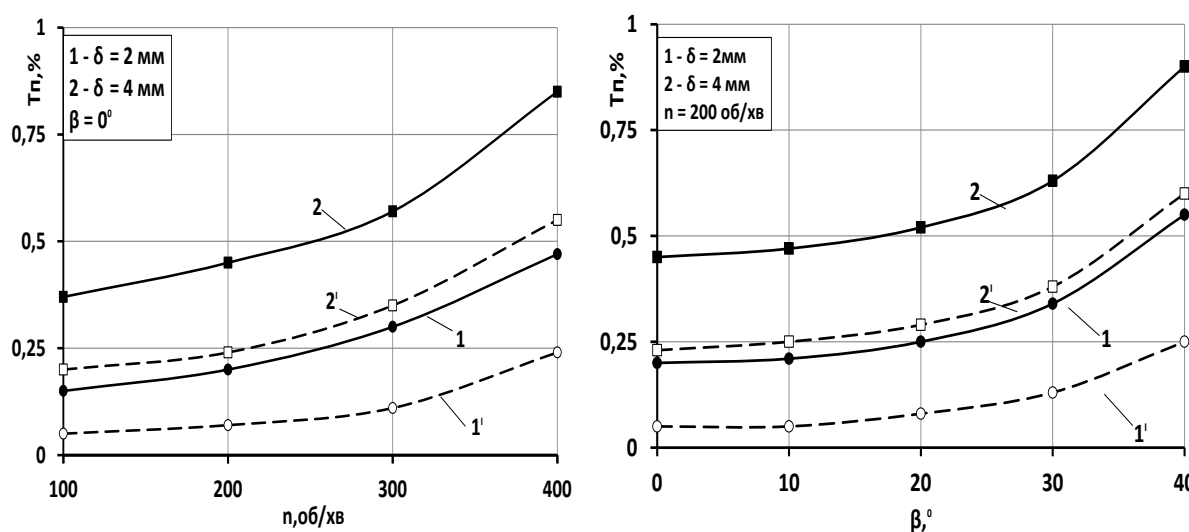


Рис.4. Графічні залежності травмування зернового матеріалу T_n % жорстким шнеком (суцільна лінія) та шнеком з еластичною поверхнею (штрихова лінія) при різних зазорах δ між шнеком і направляючою трубою, кутах нахилу шнека β та частотою його обертання n

Аналіз даних графічних залежностей показав, що застосування еластичних накладок на поверхні шнека у порівнянні з жорстким шнеком забезпечує зменшення ступеня пошкодження зернового матеріалу, яке для частоти обертання шнекового робочого органу 100...400 об/хв знаходиться в межах 1,55...3,0 рази, а для кутів нахилу шнекового робочого органу до горизонту 0...40° знаходиться в межах 1,63...4,0 рази.

Висновки

Для проведення експериментальних досліджень шнекових робочих органів з еластичною гвинтовою поверхнею та встановлення впливу їх конструктивно-кінематичних параметрів на ступінь пошкодження сипких сільськогосподарських матеріалів зернового матеріалу розроблено експериментальну установку та відповідний робочий орган.

Запропоновано методику проведення експериментальних досліджень з визначення впливу змінних параметрів на ступінь пошкодження зернового матеріалу.

Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що застосування еластичних накладок на поверхні шнека у порівнянні з жорстким шнеком забезпечує зменшення ступеня пошкодження зернового матеріалу, яке для частоти обертання шнекового робочого органу 100...400 об/хв знаходиться в межах 1,55...3,0 рази, а для кутів нахилу шнекового робочого органу до горизонту 0...40° знаходиться в межах 1,63...4,0 рази.

Отримані результати можуть бути застосовані при проектуванні різних типів шнекових робочих органів з еластичними робочими поверхнями виходячи з реологічних властивостей транспортуваних сипких сільськогосподарських матеріалів та допустимих значень зусиль, які призводять до їх руйнування.

Література

1. Nevko R.B., Klendiy O.M. – The investigation of the process of a screw the conveyer safety device actuation, INMATEH: Agricultural engineering, vol. 42, no. 1/2014, pg. 55-60, Bucharest, Romania.
2. Nevko R.B., Dzyura V.O., Romanovsky R.M. – Mathematical model of the pneumatic-screw conveyor mechanism operation, INMATEH: Agricultural engineering, vol. 44, no. 3/2014, pg. 103-110, Bucharest, Romania.
3. Підвищення технічного рівня гнучких гвинтових конвеєрів: монографія/ Гевко Р.Б., Вітровий А.О., Пік А.І. Монографія.- Тернопіль: Астон, 2012.-204 с.
4. Гевко Р.Б., Клендій О.М. Методика проведення досліджень шнекового транспортера із запобіжним пристроєм // Сільськогосподарські машини: Збірник наукових статей. – Випуск 24. – Луцьк: Ред.- вид. Відділ Луцького НТУ, 2013. – С. 67 – 75.
5. Бойко А.І., Куликівський В.Л. Дослідження контактної взаємодії зерна в зазорі “виток-кожук” шнекових живильників зерноочисних машин // Науковий вісник НУБіПУ.- К.: Ред.-вид. Відділ НУБіПУ, 2011.- Вип.166: Техніка та енергетика АПК.- ч.1- С.267-274.
6. Патент України на корисну модель №80414, МПК B21D 7/00. Спосіб виготовлення шнека з еластичною гвинтовою поверхнею / Гевко Р.Б., Пилипець М.І., Залуцький С.З.: заявник і власник патенту Тернопільський національний економічний університет. - № u201214308; заявл. 14.12.2013; опубл. 27.05.2013, Бюл. № 10.
7. Патент України на корисну модель №101095, МПК B65G 33/26, B65G 33/16. Шнек з еластичною гвинтовою поверхнею / Крисоватий А.І., Гевко Р.Б., Залуцький С.З., Ткаченко І.Г., Градова М.В.: заявник і власник патенту Крисоватий А.І., Гевко Р.Б., Залуцький С.З., Ткаченко І.Г., Градова М.В. - № u201502180; заявл. 12.03.2015; опубл. 25.08.2015, Бюл. № 16.
8. Гевко Р.Б., Гладь Ю.Б., Шинкарик М.І., Клендій О.М. Динамічний розрахунок запобіжного пристрою транспортера // Вісник Інженерної академії України. Київ.- 2014.- № 3-4 С.46-52.
9. Nevko R.B., Zalutskyi S.Z., Tkachenko I.G., Klendiy O.M. (2015) – Development and investigation of reciprocating screw with flexible helical surface, INMATEH: Agricultural engineering, vol.46, no.2/2015, pg.133-138, Bucharest, Romania.
10. Гевко Р.Б. Залуцький С.З. Розробка конструкції шнека з еластичною гвинтовою поверхнею та результати її експериментальних досліджень // Вісник Інженерної академії України. – К., 2015. – № 1. – С.242-247.